

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年9月22日(22.09.2022)



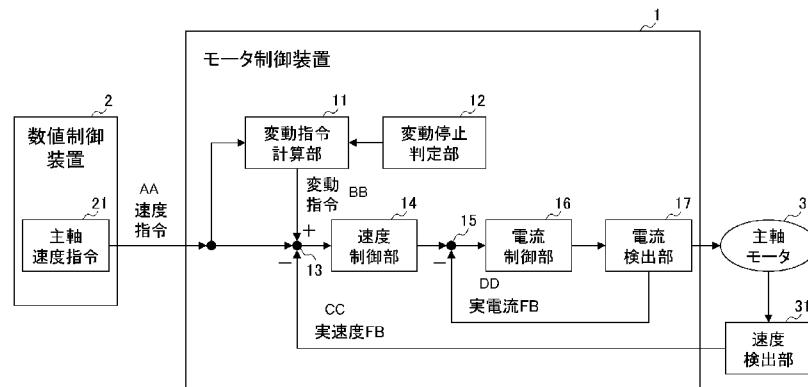
(10) 国際公開番号

WO 2022/196646 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/416 (2006.01) B23Q 15/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/011373
- (22) 国際出願日: 2022年3月14日(14.03.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-044443 2021年3月18日(18.03.2021) JP
- (71) 出願人: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).
- (72) 発明者: 及川 航希(OIKAWA Kouki); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR MACHINE TOOL

(54) 発明の名称: 工作機械の制御装置



- 1 Motor control device
2 Numerical value control device
3 Main-shaft motor
11 Fluctuation command calculation unit
12 Fluctuation stop assessment unit
14 Speed control unit
16 Current control unit
17 Current detection unit
21 Main shaft speed command
31 Speed detection unit
AA Speed command
BB Fluctuation command
CC Actual speed FB
DD Actual current FB

(57) Abstract: Provided is a control device for a machine tool, which can reduce adverse effects due to sudden changes in periodic fluctuations in the rotational speed of a main shaft while maintaining an effect of suppressing regenerative self-excited chatter vibration. The control device for a machine tool is provided with a fluctuation command calculation unit for generating a fluctuation command on the basis of a speed command of a main-shaft motor in the machine tool and a fluctuation condition for causing the rotational speed of the main-shaft motor to periodically fluctuate, and a speed control

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

unit for controlling the rotational speed of the main-shaft motor on the basis of the speed command and the fluctuation command. The fluctuation command calculation unit generates the fluctuation command, in which the amplitude of the periodically fluctuating rotational speed and/or the frequency of the periodically fluctuating rotational speed is gradually changed, when the fluctuation condition changes.

(57) 要約: 再生型の自励びり振動の抑制効果を維持しつつ、主軸の回転速度の周期的な変動の急な変更による悪影響を低減できる工作機械の制御装置を提供すること。工作機械の制御装置は、工作機械における主軸モータの速度指令及び前記主軸モータの回転速度を周期的に変動させるための変動条件に基づいて変動指令を生成する変動指令計算部と、前記速度指令及び前記変動指令に基づいて前記主軸モータの回転速度を制御する速度制御部と、を備え、前記変動指令計算部は、前記変動条件の変化時に、周期的に変動する前記回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する前記回転速度の周波数が徐々に変更される前記変動指令を生成する。

明 細 書

発明の名称： 工作機械の制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、工作機械の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 工作機械による切削加工時には、工具とワークとの間で継続的にびびり振動が発生することがある。びびり振動は、振動発生要因から、強制びびり振動と自励びびり振動とに分類される。強制びびり振動は、強制的な振動源の影響を受けて発生し、自励びびり振動は、工作機械の動特性と切削過程が重なって所定の条件を満たしたときに特定の振動源なしに発生する。自励びびり振動のうち、再生型の自励びびり振動は、切り屑厚さの変動によって生じる。

[0003] 従来、再生型の自励びびり振動を、工作機械における主軸の回転速度を周期的に変動させることで抑制する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-091283号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記技術において、主軸の回転速度の周期的な変動に急な変更があった場合、機械的なショックや、速度偏差の過大による加工面の品質の悪化等、悪影響が伴う。そこで、再生型の自励びびり振動の抑制効果を維持しつつ、主軸の回転速度の周期的な変動の急な変更による悪影響を低減できる工作機械の制御装置が求められる。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係る工作機械の制御装置は、工作機械における主軸モータの速度

指令及び前記主軸モータの回転速度を周期的に変動させるための変動条件に基づいて変動指令を生成する変動指令計算部と、前記速度指令及び前記変動指令に基づいて前記主軸モータの回転速度を制御する速度制御部と、を備え、前記変動指令計算部は、前記変動条件の変更時に、周期的に変動する前記回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する前記回転速度の周波数が徐々に変更される前記変動指令を生成する。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、再生型の自励びり振動の抑制効果を維持しつつ、主軸の回転速度の周期的な変動の急な変更による悪影響を低減できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態に係る工作機械の概要を示す図である。

[図2]第1実施形態に係るモータ制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

[図3]第1実施形態において主軸モータの回転速度（主軸速度）の周期的な変動を停止させた場合の時刻歴を示す図である。

[図4]従来の主軸モータの回転速度（主軸速度）の周期的な変動を停止させた場合の時刻歴を示す図である。

[図5]第2実施形態に係る工作機械の概要を示す図である。

[図6]第2実施形態に係るモータ制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

[図7]第2実施形態において主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の振幅を増大させた場合の時刻歴を示す図である。

[図8]従来の主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の振幅を増大させた場合の時刻歴を示す図である。

[図9]第2実施形態において主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の振幅を減少させた場合の時刻歴を示す図である。

[図10]従来の主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の振幅を減少させた場合の時刻歴を示す図である。

[図11]第2実施形態において主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の周波数を増大させた場合の時刻歴を示す図である。

[図12]従来の主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の周波数を増大させた場合の時刻歴を示す図である。

[図13]第2実施形態において主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の周波数を減少させた場合の時刻歴を示す図である。

[図14]従来の主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の周波数を減少させた場合の時刻歴を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] まず、本開示の第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る工作機械の概要を示す図である。

[0010] 工作機械は、数値制御装置2からの速度指令に基づき、モータ制御装置1を制御して、主軸モータ3を回転させることで、切削加工等の所定の加工を行う装置である。この工作機械は、主軸モータ3の回転速度を周期的に変動させることで、即ち、主軸モータ3の回転速度を正弦波振動させることで、再生型の自励びびり振動を抑制する。

[0011] モータ制御装置1は、変動指令計算部11と、変動停止判定部12と、速度制御部14と、電流制御部16と、電流検出部17と、を備える。

[0012] 変動指令計算部11は、工作機械における主軸モータ3の速度指令及び主軸モータ3の回転速度を周期的に変動させるための変動条件（振幅及び／又は周波数）に基づいて変動指令を生成し、信号として出力する。この変動指令計算部11は、変動条件の変更時に、周期的に変動する主軸モータ3の回転速度の振幅が徐々に変更される変動指令を生成し、信号として出力する。具体的に、変動指令計算部11は、変動停止判定部12から変動条件として停止指令の信号を受け取った場合に、周期的に変動する主軸モータ3の回転速度の振幅が減衰（徐々に減少）してゼロになる変動指令を生成し、信号として出力する。周期的に変動する主軸モータ3の回転速度の振幅の減衰量には、規定の変化量（時定数）、加工プログラムから入力される値、設定され

るパラメータの値等が採用される。変動条件の設定には、加工プログラムからの入力、設定されるパラメータ等が採用される。

[0013] 変動停止判定部 12 は、所定のトリガに基づいて、主軸モータ 3 の回転速度の変動を停止させる停止指令を生成し、信号として出力する。所定のトリガには、数値制御装置 2 等の外部から入力される信号、加工プログラムからの入力、設定されるパラメータ等が採用される。

[0014] 符号 13 は、主軸速度指令 21 から信号として出力される速度指令の値に、変動指令計算部 11 から信号として出力される変動指令の値を加算すると共に、速度検出部 31 から信号として出力される実速度フィードバックの値を減算して得られた値が、信号として、速度制御部 14 に入力されることを意味する。

[0015] 速度制御部 14 は、速度指令及び変動指令に基づいて主軸モータ 3 の回転速度を制御する指令を生成し、信号として出力する。

[0016] 符号 15 は、速度制御部 14 から信号として出力される指令の値に、電流検出部 17 から信号として出力される実電流フィードバックの値を減算して得られた値が、信号として、電流制御部 16 に入力されることを意味する。

[0017] 電流制御部 16 は、入力された信号に基づいて、主軸モータ 3 を駆動するための電圧指令を生成し、信号として出力する。

[0018] 電流検出部 17 は、主軸モータ 3 の電流値である信号を検出し、検出結果を実電流フィードバックの信号として出力する。

[0019] 数値制御装置 2 は、主軸速度指令 21 を備える。主軸速度指令 21 は、主軸モータ 3 の速度指令を生成し、信号として出力する。

[0020] 主軸モータ 3 は、モータ制御装置 1 の制御下において回転する。速度検出部 31 は、主軸モータ 3 の回転速度を検出し、検出結果を実速度フィードバックの信号として出力する。速度検出部 31 には、エンコーダ等が採用される。

[0021] 図 2 は、第 1 実施形態に係るモータ制御装置 1 の処理の流れを示すフローチャートである。図 2 に示す処理は、変動指令の生成周期（制御周期）毎に

繰り返し実行される。

- [0022] 変動指令計算部 11 が、変動停止判定部 12 から変動条件として停止指令の信号を受け取った場合（ステップ S 11 で YES の場合）に、ステップ S 12 に進む。一方、変動指令計算部 11 が、変動停止判定部 12 から変動条件として停止指令の信号を受け取っていない場合（ステップ S 11 で NO の場合）に、ステップ S 13 に進む。
- [0023] ステップ S 12 において、周期的に変動する主軸モータ 3 の回転速度の振幅 a （変動指令の振幅 a ）を規定の変化量分 $a \times x$ （ x ：1 未満の正の値）だけ下げた値（ $a - a \times x$ ）を新たな振幅 a として、ステップ S 13 に進む。
- [0024] 周期的に変動する主軸モータ 3 の回転速度の振幅 a が減衰してゼロになった場合（ステップ S 13 で YES の場合）に、ステップ S 15 に進む。一方、周期的に変動する主軸モータ 3 の回転速度の振幅 a がゼロになっていない場合（ステップ S 13 で NO の場合）に、ステップ S 14 に進む。
- [0025] ステップ S 14 においては、変動指令計算部 11 は、ステップ S 12 で算出した振幅 a に基づいて変動指令を生成する。一方、ステップ S 15 においては、変動指令計算部 11 は、変動指令を生成しない。
- [0026] 図 3 は、第 1 実施形態において主軸モータ 3 の回転速度（主軸速度）の周期的な変動を停止させた場合の時刻歴を示す図である。図 3 に示すように、主軸速度 1000 ± 500 [min⁻¹] の周期的な変動を停止させた場合、主軸速度の振幅が徐々に減衰してゼロになる。このように本実施形態では、速度変化の急峻を緩やかにするため、加工面品質への悪影響が低減される。
- [0027] 一方、図 4 は、従来の主軸モータの回転速度（主軸速度）の周期的な変動を停止させた場合の時刻歴を示す図である。図 4 に示すように、従来の主軸速度 1000 ± 500 [min⁻¹] の周期的な変動を停止させた場合、主軸速度の振幅が突然ゼロになる。このように従来では、急激な速度変化による機械的ショックが生じ、速度偏差過大により加工面品質が悪化する。
- [0028] 以上説明したように、第 1 実施形態に係るモータ制御装置 1 は、工作機械における主軸モータ 3 の速度指令及び主軸モータ 3 の回転速度を周期的に変

動させるための変動条件に基づいて変動指令を生成する変動指令計算部 11 と、速度指令及び変動指令に基づいて主軸モータ 3 の回転速度を制御する速度制御部 14 と、を備え、変動指令計算部 11 は、変動条件の変更時に、周期的に変動する回転速度の振幅が徐々に変更される変動指令を生成する。

これにより、速度変化の急峻を緩やかにするため、再生型の自励びり振動の抑制効果を維持しつつ、主軸モータ 3 の回転速度の周期的な変動の急な変更による悪影響を低減できる。

[0029] また、モータ制御装置 1 は、所定のトリガに基づいて、回転速度の変動を停止させる停止指令を生成する変動停止判定部 12 を備え、変動指令計算部 11 は、変動条件として停止指令を受け取った場合に、周期的に変動する回転速度の振幅が減衰してゼロになる変動指令を生成する。

これにより、特に停止時において、再生型の自励びり振動の抑制効果を維持しつつ、主軸モータ 3 の回転速度の周期的な変動の急な停止による悪影響を低減できる。

[0030] 次に、本開示の第 2 実施形態について説明する。図 5 は、第 2 実施形態に係る工作機械の概要を示す図である。なお、第 2 実施形態の説明において、第 1 実施形態と共通する構成、作用及び効果については同一の符号を付す等して、その説明を適宜省略する。

[0031] 図 5 に示す工作機械は、モータ制御装置 1 に代えてモータ制御装置 1A を備える点で、第 1 実施形態に係る工作機械と相違する。モータ制御装置 1A は、変動停止判定部 12 に代えて変動条件設定部 12A を備える点等で、モータ制御装置 1 と相違する。

[0032] 変動指令計算部 11 は、変動条件の変更時に、周期的に変動する回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する回転速度の周波数が徐々に変更される返送指令を生成する。具体的に、変動指令計算部 11 は、変動条件の変更時に、周期的に変動する回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する回転速度の周波数の変更前後の値を比較し、変更前の値より変更後の値が大きいときには周期的に変動する回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する回転速度の

周波数が徐々に増大する変動指令を生成し、変更前の値より変更後の値が小さいときには周期的に変動する回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する回転速度の周波数が減衰する変動指令を生成する。

[0033] 変動条件設定部 12 A は、工作機械における主軸モータ 3 の速度指令及び主軸モータ 3 の回転速度を周期的に変動させるための変動条件（振幅及び／又は周波数）を設定し、信号として出力する。変動条件の設定には、加工プログラムからの入力、設定されるパラメータ等が採用される。

[0034] 図 6 は、第 2 実施形態に係るモータ制御装置 1 A の処理の流れを示すフローチャートである。図 6 に示す処理は、変動指令の生成周期（制御周期）毎に繰り返し実行される。

[0035] ステップ S 2 1 において、変動指令計算部 11 は、変動条件設定部 12 A から変動条件の信号として受け取った振幅の設定値 a_0 を、現在の振幅 a と比較する。振幅の設定値 a_0 が現在の振幅 a よりも大きい場合に、ステップ S 2 2 に進む。振幅の設定値 a_0 が現在の振幅 a と同じ場合に、ステップ S 2 4 に進む。振幅の設定値 a_0 が現在の振幅 a よりも小さい場合に、ステップ S 2 3 に進む。

[0036] ステップ S 2 2 において、周期的に変動する主軸モータ 3 の回転速度の振幅 a を規定の変化量分 $a \times x$ （ x ：1 未満の正の値）だけ上げた値（ $a + a \times x$ ）を新たな振幅 a として、ステップ S 2 4 に進む。

[0037] ステップ S 2 3 において、周期的に変動する主軸モータ 3 の回転速度の振幅 a を規定の変化量分 $a \times x$ （ x ：1 未満の正の値）だけ下げた値（ $a - a \times x$ ）を新たな振幅 a として、ステップ S 2 4 に進む。

[0038] ステップ S 2 4 において、変動指令計算部 11 は、変動条件設定部 12 A から変動条件の信号として受け取った周波数の設定値 f_0 を、現在の周波数 f と比較する。周波数の設定値 f_0 が現在の周波数 f よりも大きい場合に、ステップ S 2 5 に進む。周波数の設定値 f_0 が現在の周波数 f と同じ場合に、ステップ S 2 7 に進む。周波数の設定値 f_0 が現在の振幅 f よりも小さい場合に、ステップ S 2 6 に進む。

- [0039] ステップS 2 5において、周期的に変動する主軸モータ3の回転速度の周波数 f を規定の変化量分 $f \times$ (x : 1未満の正の値) だけ上げた値 ($f + f \times$) を新たな振幅 f として、ステップS 2 7に進む。
- [0040] ステップS 2 6において、周期的に変動する主軸モータ3の回転速度の周波数 f を規定の変化量分 $f \times$ (x : 1未満の正の値) だけ下げた値 ($f - f \times$) を新たな振幅 f として、ステップS 2 7に進む。
- [0041] ステップS 2 7においては、変動指令計算部11は、振幅 a 及び周波数 f に基づいて変動指令を生成する。
- [0042] 図7は、第2実施形態において主軸モータ3における周期的に変動する回転速度（主軸速度）の振幅を増大させた場合の時刻歴を示す図である。図7に示すように、主軸モータ3における周期的に変動する主軸速度 1000 ± 200 [min^{-1}] の振幅を増大させ、主軸速度を 1000 ± 500 [min^{-1}] にした場合、振幅が徐々に増大する。即ち、振幅の変更後、本実施形態の主軸モータの主軸速度は滑らかに変更される。
- [0043] 一方、図8は、従来の主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の振幅を増大させた場合の時刻歴を示す図である。図8に示すように、従来の主軸モータ3における周期的に変動する主軸速度 1000 ± 200 [min^{-1}] の振幅を増大させ、主軸速度を 1000 ± 500 [min^{-1}] にした場合、振幅が急激に増大する。即ち、振幅の変更後、従来の主軸モータの主軸速度は急激に変化する。
- [0044] 図9は、第2実施形態において主軸モータ3における周期的に変動する回転速度（主軸速度）の振幅を減少させた場合の時刻歴を示す図である。図9に示すように、主軸モータ3における周期的に変動する主軸速度 1000 ± 500 [min^{-1}] の振幅を減少させ、主軸速度を 1000 ± 200 [min^{-1}] にした場合、振幅が減衰（徐々に減少）する。即ち、振幅の変更後、本実施形態の主軸モータ3の回転速度は滑らかに変更される。
- [0045] 一方、図10は、従来の主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の振幅を減少させた場合の時刻歴を示す図である。図10に示す

ように、従来の主軸モータにおける周期的に変動する主軸速度 1000 ± 500 [min^{-1}] の振幅を減少させ、主軸速度を 1000 ± 200 [min^{-1}] にした場合、振幅が突然減少する。即ち、振幅の変更後、従来の主軸モータの主軸速度は急激に変化する。

[0046] 図11は、第2実施形態において主軸モータ3における周期的に変動する回転速度（主軸速度）の周波数を増大させた場合の時刻歴を示す図である。図11に示すように、主軸モータ3における周期的に変動する主軸速度 1000 ± 500 [min^{-1}] の周期2 [Hz] を8 [Hz] に増大させた場合、周波数が徐々に増大する。即ち、周波数の変更後、本実施形態の主軸モータ3の主軸速度は滑らかに変更される。

[0047] 一方、図12は、従来の主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）を増大させた場合の時刻歴を示す図である。図12に示すように、従来の主軸モータにおける周期的に変動する主軸速度 1000 ± 500 [min^{-1}] の周期2 [Hz] を8 [Hz] に増大させた場合、周波数が急激に増大する。即ち、周波数の変更後、従来の主軸モータの主軸速度は急激に変化する。

[0048] 図13は、第2実施形態において主軸モータ3における周期的に変動する回転速度（主軸速度）の周波数を減少させた場合の時刻歴を示す図である。図13に示すように、主軸モータ3における周期的に変動する主軸速度 1000 ± 500 [min^{-1}] の周期8 [Hz] を2 [Hz] に減少させた場合、周波数が減衰（徐々に減少）する。即ち、周波数の変更後、本実施形態の主軸モータ3の主軸速度は滑らかに変更される。

[0049] 一方、図14は、従来の主軸モータにおける周期的に変動する回転速度（主軸速度）の周波数を減少させた場合の時刻歴を示す。図14に示すように、従来の主軸モータにおける周期的に変動する主軸速度 1000 ± 500 [min^{-1}] の周期8 [Hz] を2 [Hz] に減少させた場合、周波数が急激に減少する。即ち、周波数の変更後、従来の主軸モータの主軸速度は急激に変化する。

[0050] 以上説明したように、第2実施形態に係るモータ制御装置1Aは、工作機械における主軸モータ3の速度指令及び主軸モータ3の回転速度を周期的に変動させるための変動条件に基づいて変動指令を生成する変動指令計算部11と、速度指令及び変動指令に基づいて主軸モータ3の回転速度を制御する速度制御部14と、を備え、変動指令計算部11は、変動条件の変更時に、周期的に変動する回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する回転速度の周波数が徐々に変更される変動指令を生成する。

これにより、モータ制御装置1Aによれば、速度変化の急峻を緩やかにするため、再生型の自励びり振動の抑制効果を維持しつつ、主軸モータ3の回転速度の周期的な変動の急な変更による悪影響を低減できる。

[0051] また、変動指令計算部11は、変動条件の変更時に、周期的に変動する回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する回転速度の周波数の変更前後の値を比較し、変更前の値より変更後の値が大きいときには周期的に変動する回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する回転速度の周波数が徐々に増大する変動指令を生成し、変更前の値より変更後の値が小さいときには周期的に変動する回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する回転速度の周波数が減衰する変動指令を生成する。

これにより、モータ制御装置1Aによれば、より確実に、再生型の自励びり振動の抑制効果を維持しつつ、主軸モータ3の回転速度の周期的な変動の急な変更による悪影響を低減できる。

[0052] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記のモータ制御装置1, 1Aは、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組合せにより実現することができる。また、上記のモータ制御装置1, 1Aにより行われる制御方法も、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組合せにより実現することができる。なお、ソフトウェアによって実現されることは、コンピュータがプログラムを読み込んで実行することにより実現されることを意味する。

符号の説明

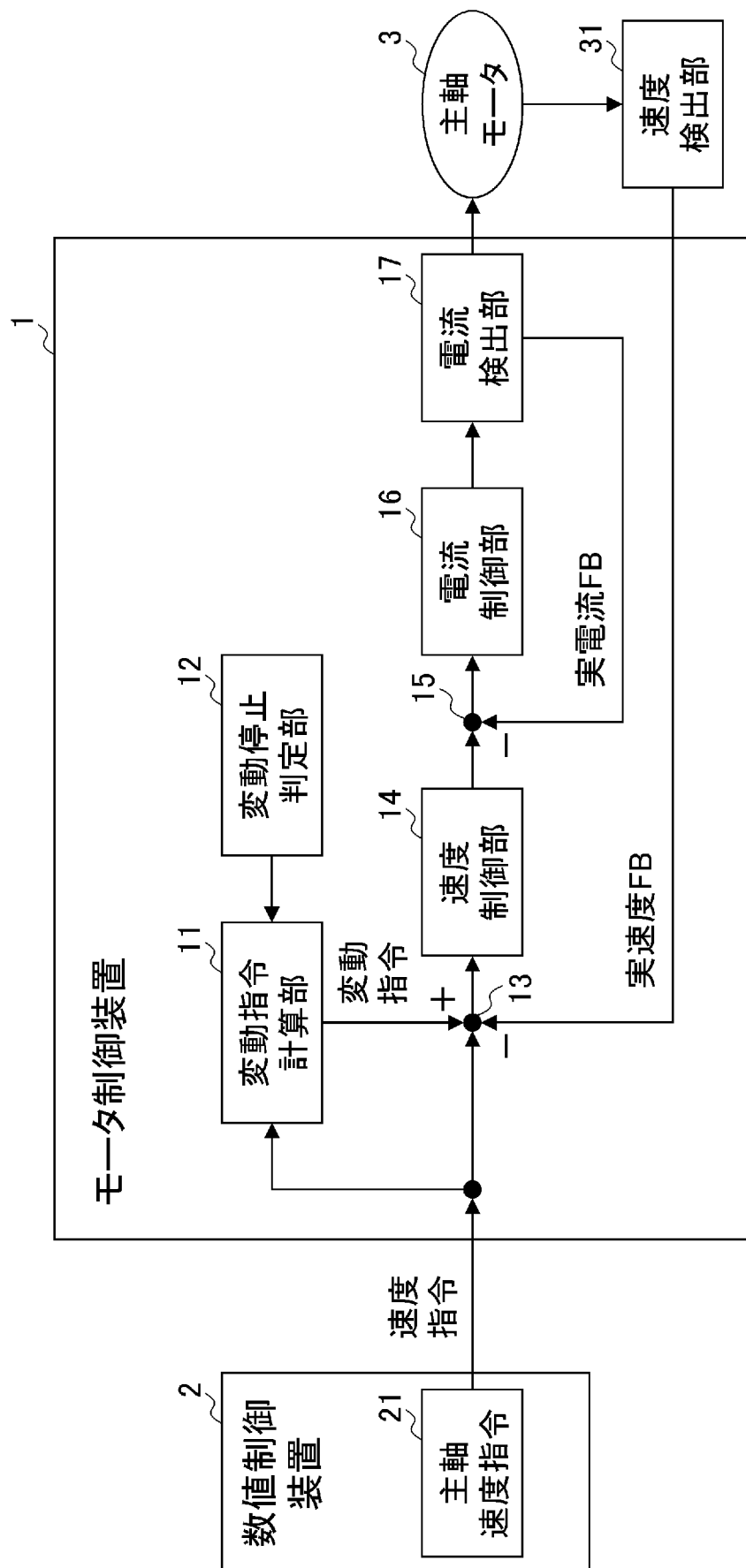
[0053] 1, 1A モータ制御装置（工作機械の制御装置）

- 1 1 変動指令計算部
- 1 2 変動停止判定部
- 1 2 A 変動条件設定部
- 1 4 速度制御部
- 1 6 電流制御部
- 1 7 電流検出部
- 2 数値制御装置
- 2 1 主軸速度指令
- 3 主軸モータ
- 3 1 速度検出部

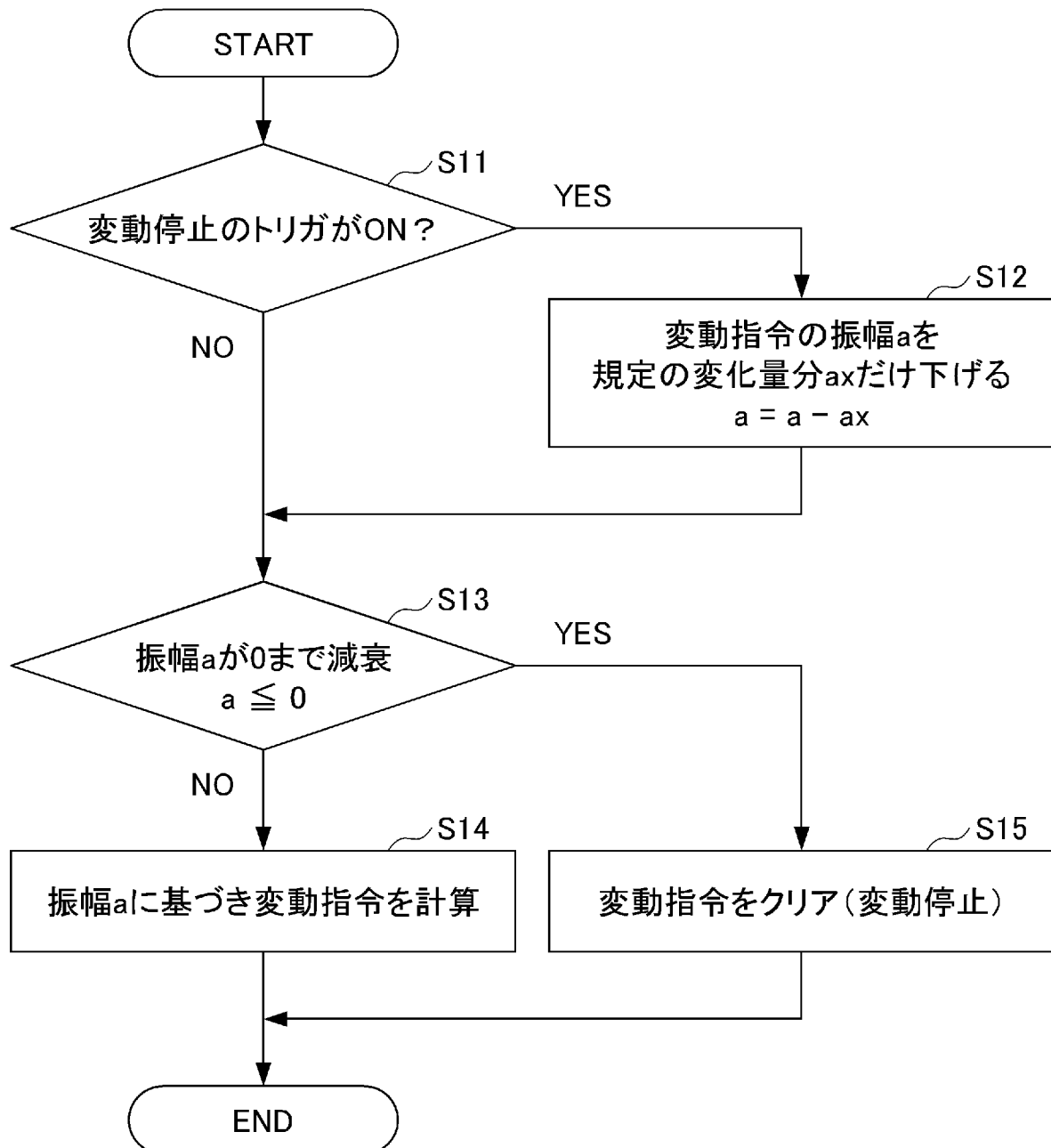
請求の範囲

- [請求項1] 工作機械における主軸モータの速度指令及び前記主軸モータの回転速度を周期的に変動させるための変動条件に基づいて変動指令を生成する変動指令計算部と、
- 前記速度指令及び前記変動指令に基づいて前記主軸モータの回転速度を制御する速度制御部と、を備え、
- 前記変動指令計算部は、前記変動条件の変更時に、周期的に変動する前記回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する前記回転速度の周波数が徐々に変更される前記変動指令を生成する、工作機械の制御装置。
- [請求項2] 所定のトリガに基づいて、前記回転速度の変動を停止させる停止指令を生成する変動停止判定部を備え、
- 前記変動指令計算部は、前記変動条件として前記停止指令を受け取った場合に、周期的に変動する前記回転速度の振幅が減衰してゼロになる前記変動指令を生成する、請求項1に記載の工作機械の制御装置。
- [請求項3] 前記変動指令計算部は、前記変動条件の変更時に、周期的に変動する前記回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する前記回転速度の周波数の変更前後の値を比較し、変更前の値より変更後の値が大きいときには周期的に変動する前記回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する前記回転速度の周波数が徐々に増大する前記変動指令を生成し、変更前の値より変更後の値が小さいときには周期的に変動する前記回転速度の振幅及び／又は周期的に変動する前記回転速度の周波数が減衰する前記変動指令を生成する、請求項1に記載の工作機械の制御装置。

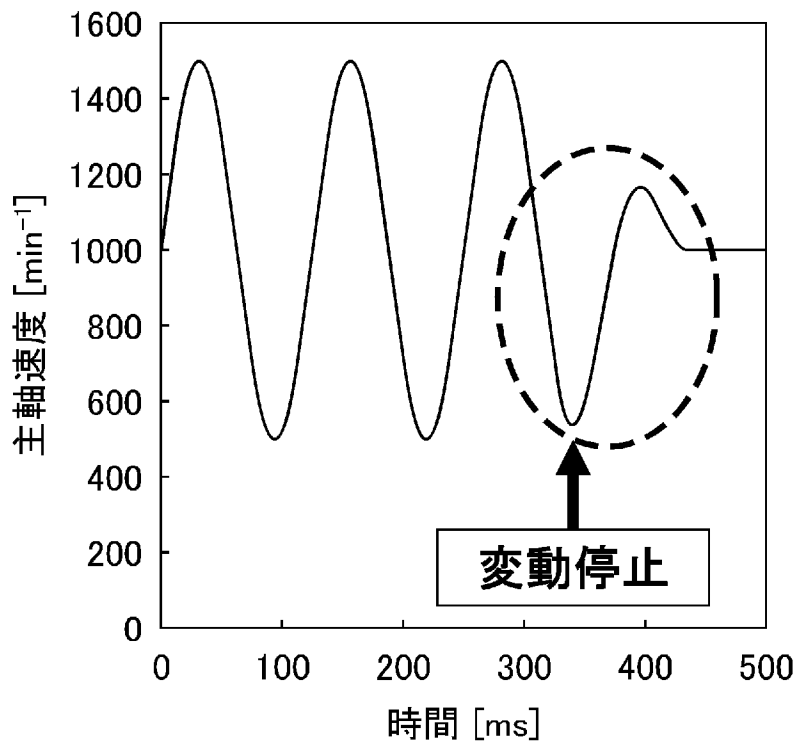
[図1]



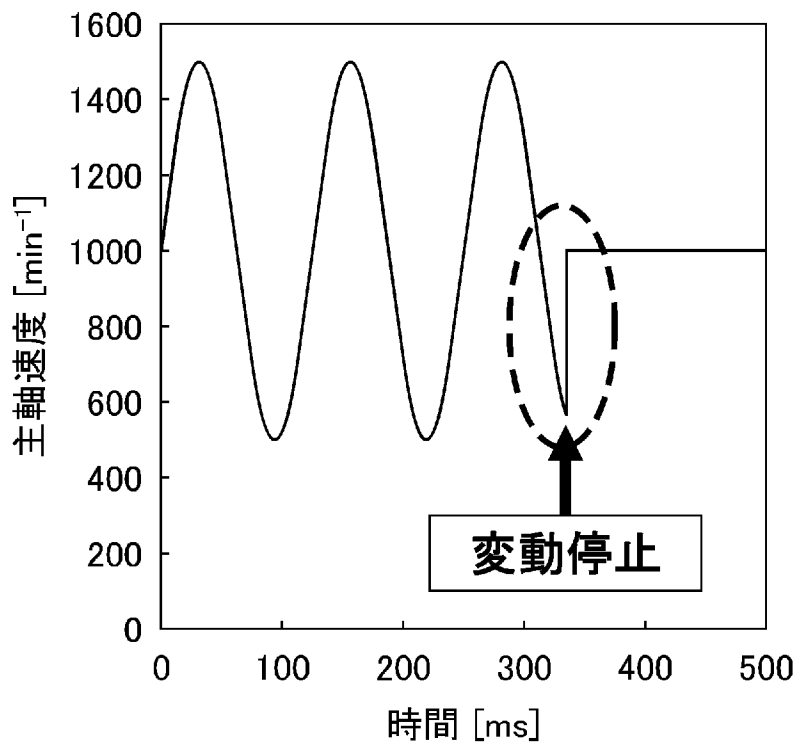
[図2]



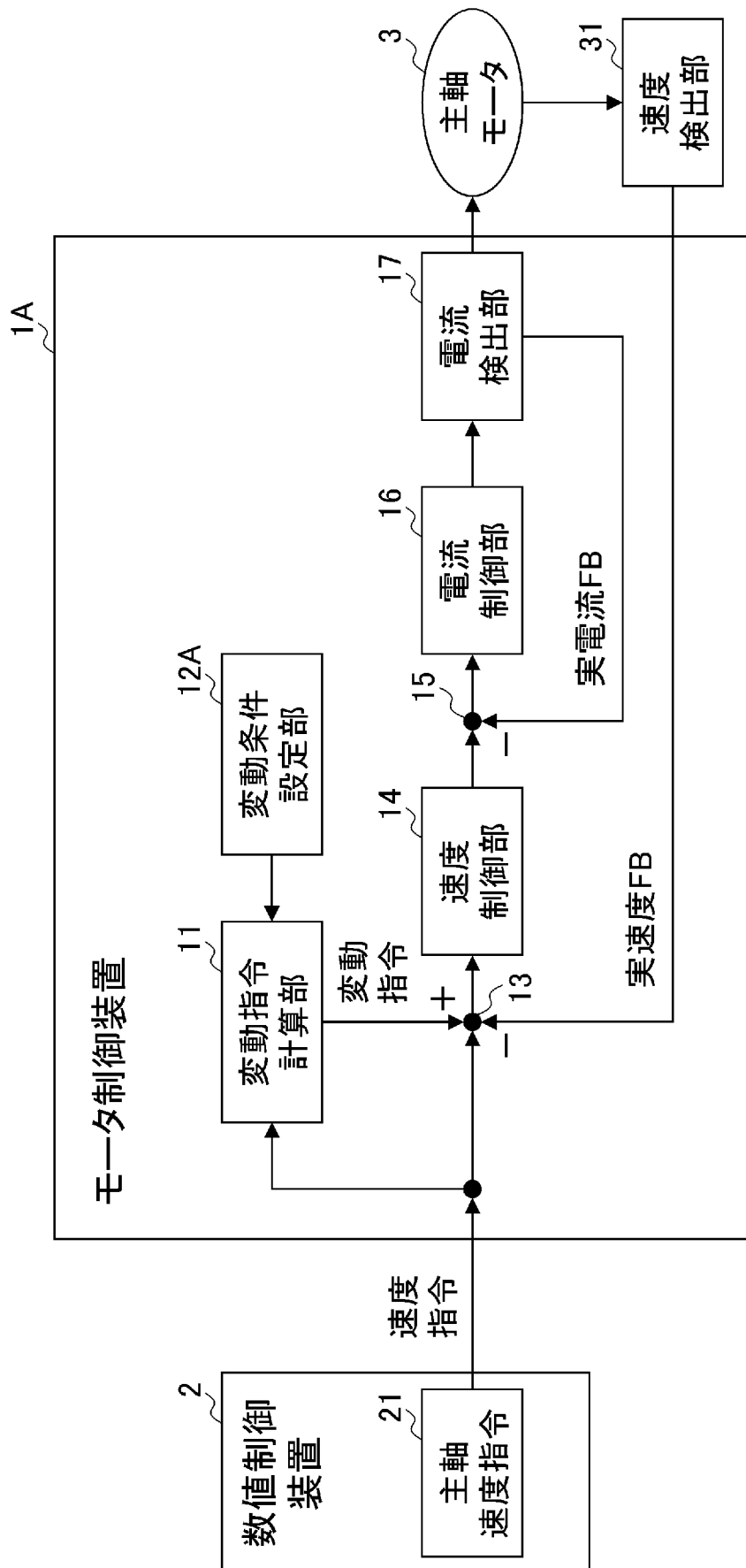
[図3]



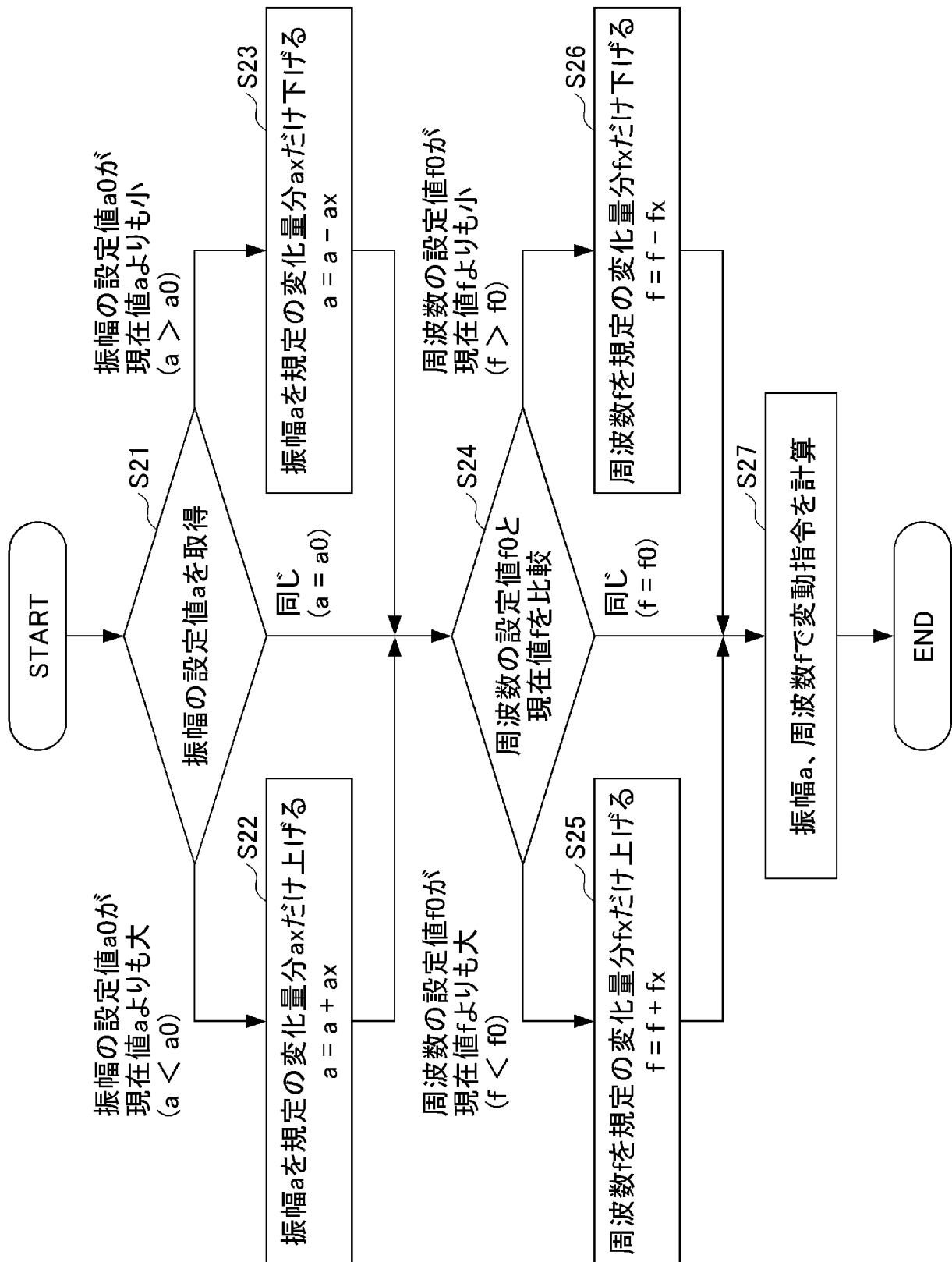
[図4]



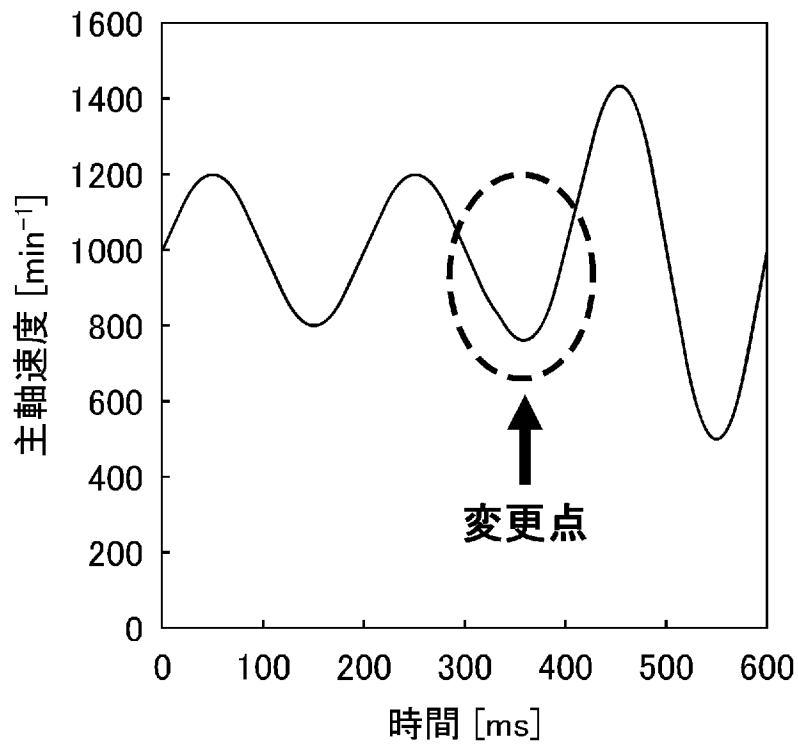
[図5]



[図6]

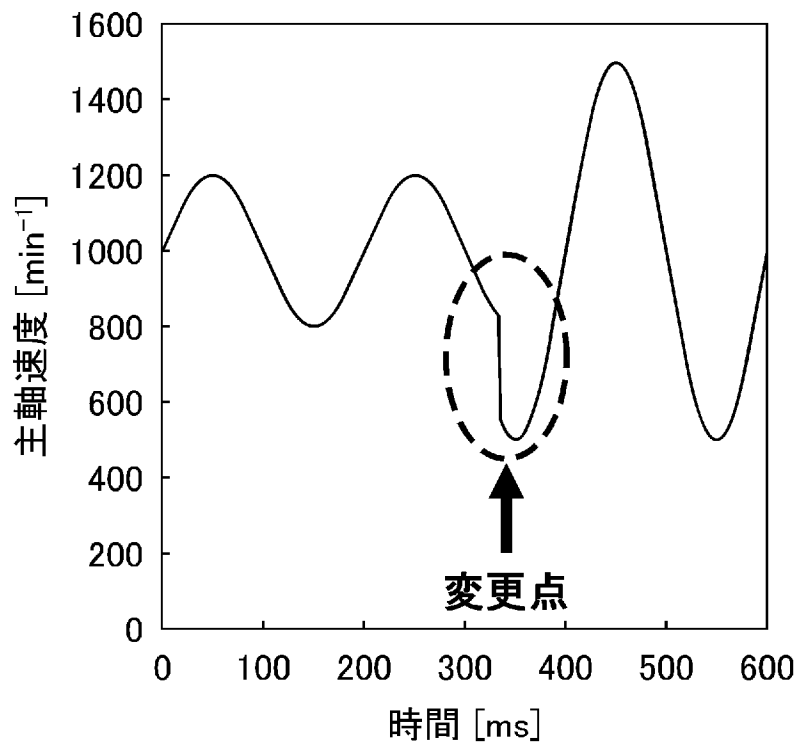


[図7]



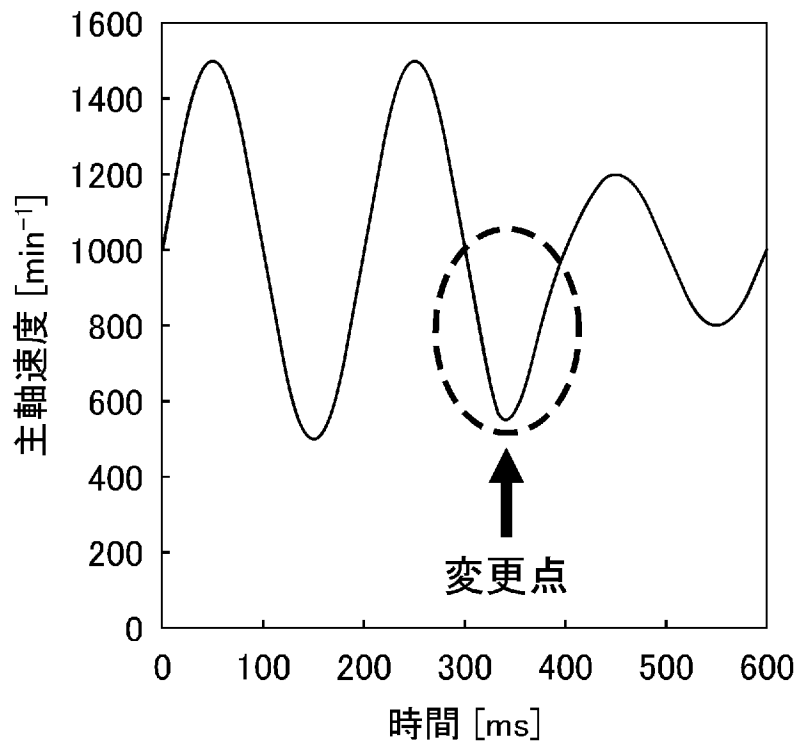
変動振幅
(変更前) 200min^{-1}
↓
(変更後) 500min^{-1}

[図8]



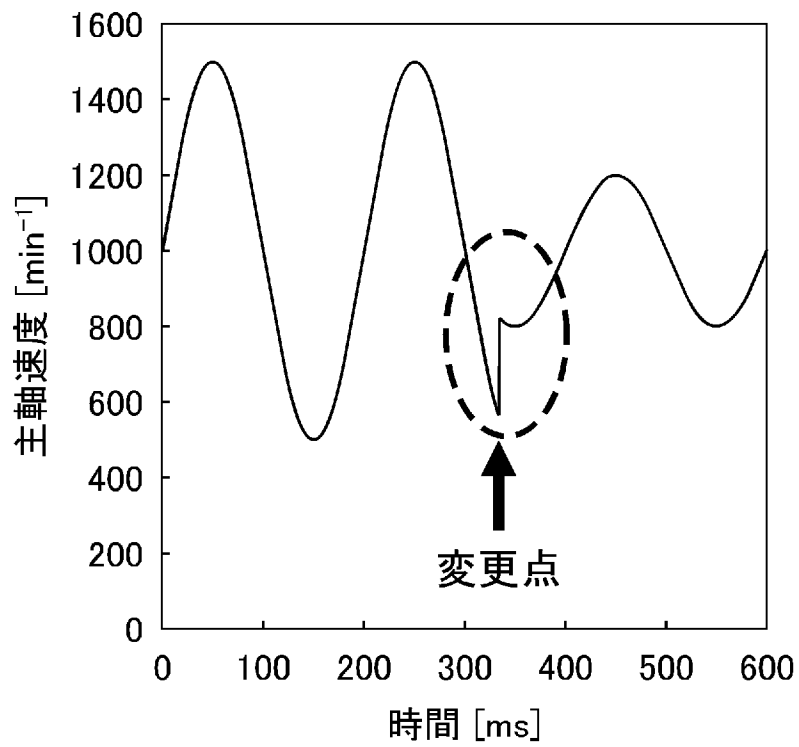
変動振幅
(変更前) 200min^{-1}
↓
(変更後) 500min^{-1}

[図9]



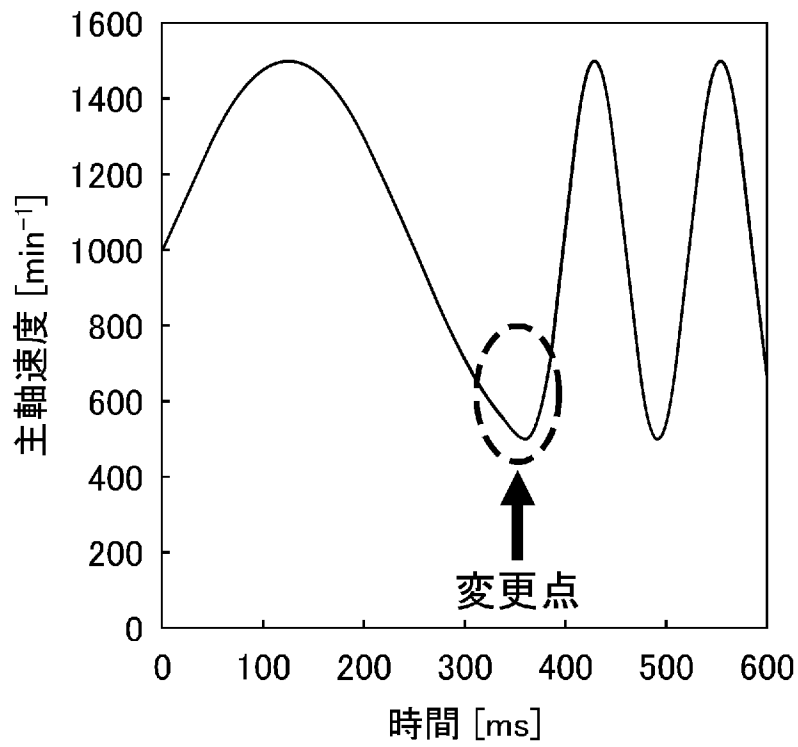
変動振幅
(変更前) 500min^{-1}
↓
(変更後) 200min^{-1}

[図10]



変動振幅
(変更前) 500min^{-1}
↓
(変更後) 200min^{-1}

[図11]



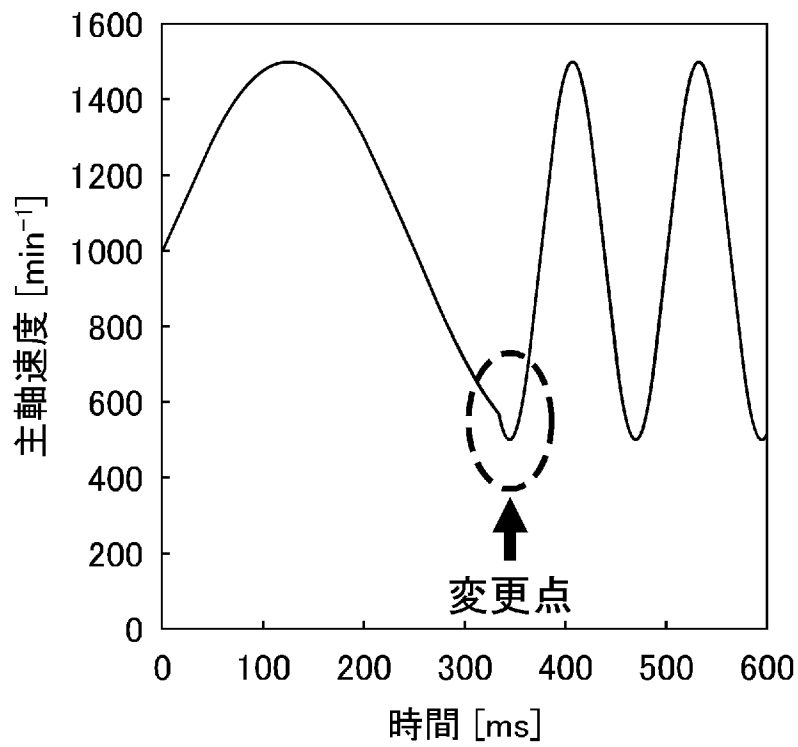
変動周波数

(変更前)2Hz



(変更後)8Hz

[図12]



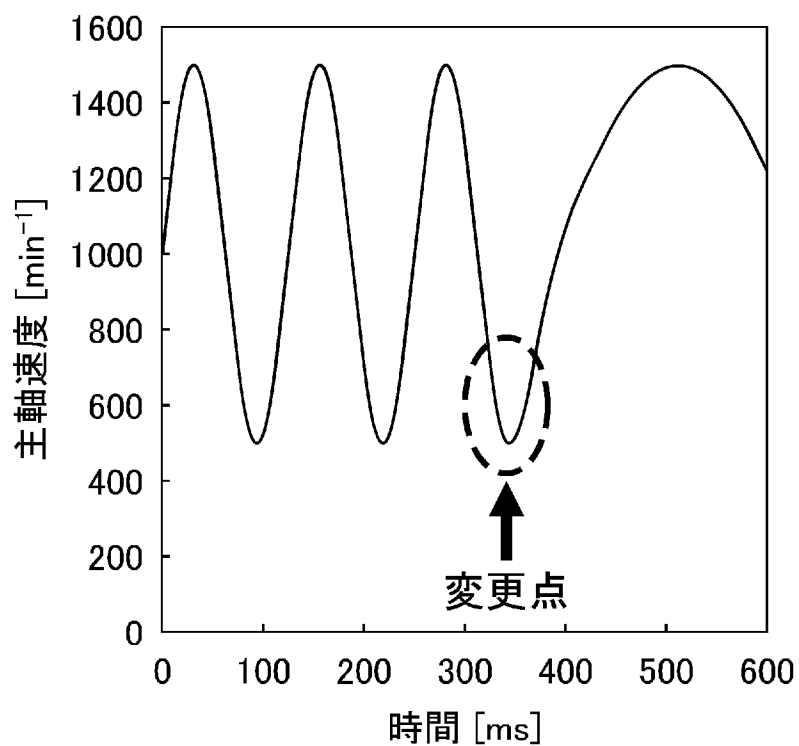
変動周波数

(変更前)2Hz



(変更後)8Hz

[図13]



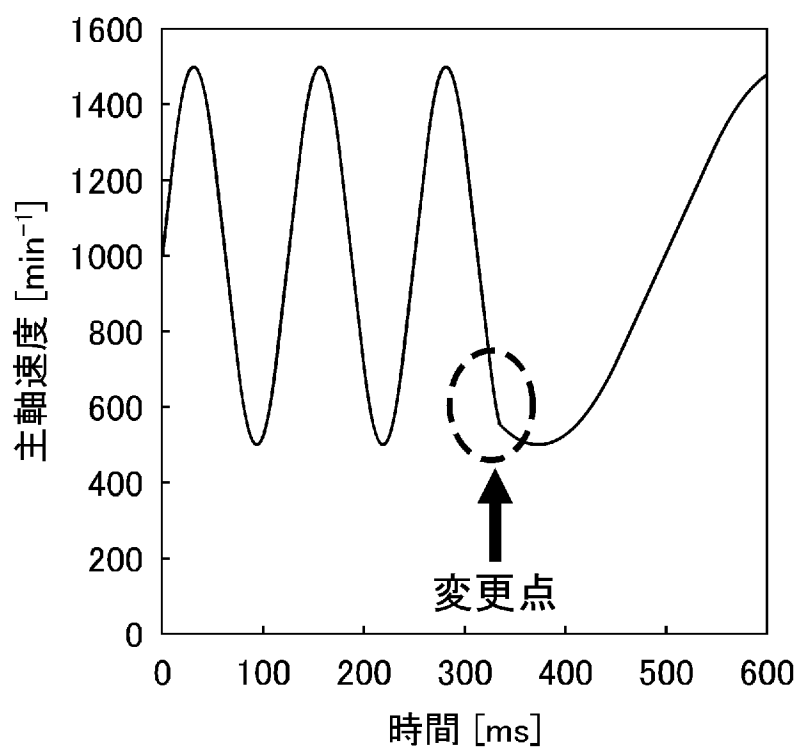
変動周波数

(変更前)8Hz



(変更後)2Hz

[図14]



変動周波数

(変更前)8Hz



(変更後)2Hz

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/011373

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05B 19/416**(2006.01)i; **B23Q 15/12**(2006.01)i

FI: B23Q15/12 A; G05B19/416 E

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B19/416; B23Q15/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2020-196057 A (JTEKT CORP.) 10 December 2020 (2020-12-10) paragraphs [0012]-[0056], fig. 7	1
Y		2
A		3
Y	JP 2018-180990 A (FANUC LTD.) 15 November 2018 (2018-11-15) paragraphs [0012]-[0067]	2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 May 2022

Date of mailing of the international search report

24 May 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/011373

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-196057	A	10 December 2020	(Family: none)	
JP	2018-180990	A	15 November 2018	US 2018/0299857 A1 paragraphs [0031]-[0141] DE 102018002784 A1 CN 108732999 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/416(2006.01)i; B23Q 15/12(2006.01)i FI: B23Q15/12 A; G05B19/416 E														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G05B19/416; B23Q15/12														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2020-196057 A（株式会社ジェイテクト）10.12.2020（2020 - 12 - 10） 段落 [0012] ～ [0056]、図7	1												
Y		2												
A		3												
Y	JP 2018-180990 A（ファナック株式会社）15.11.2018（2018 - 11 - 15） 段落 [0012] ～ [0067]	2												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 12.05.2022	国際調査報告の発送日 24.05.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 杉山 悟史 3C 3322 電話番号 03-3581-1101 内線 3364													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/011373

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-196057	A	10.12.2020	(ファミリーなし)	
JP	2018-180990	A	15.11.2018	US 2018/0299857 A1	
				段落 [0031] ~ [0141]	
				DE 102018002784 A1	
				CN 108732999 A	